

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-003428

(43)Date of publication of application : 08.01.2004

(51)Int.Cl.

F02B 23/00

F02B 23/10

(21)Application number : 2002-359543 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 11.12.2002 (72)Inventor : HIROOKA HISATO  
OKUMURA TAKESHI

(30)Priority

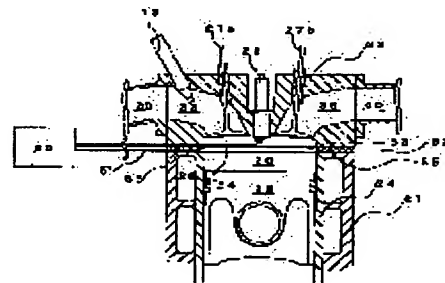
Priority number : 2002121827 Priority date : 24.04.2002 Priority country : JP

## (54) AUXILIARY COMBUSTION DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the following problems: that conventional knocking preventive technique promotes the whole combustion, but does not improve only a later half of the combustion which is a cause of knocking, and that injected fuel is deposited on a cylinder inner wall face to bring incomplete combustion so as to increase HC, soot and the like in exhaust in a in-cylinder direct injection type internal combustion engine.

**SOLUTION:** A ring 53 provided with a plurality of injection holes 54, and a spacer 52 drilled with a high-pressure air passage 56 are clamped with a cylinder head 22 and a cylinder block 21. An air-fuel mixture is compressed to ignite by an ignition plug 28, and high pressure air is injected from the holes 54 at the same time or just after the ignition to form a turbulent flow in the vicinity of a combustion chamber 20. A flame face propagation speed is accelerated by the turbulent flow to allow quick combustion in a peripheral part of the combustion chamber 20. An air curtain is formed in a periphery of a combustion chamber inner wall by injecting the high pressure air in the same manner in the in-cylinder direct-injection type internal combustion engine, and the fuel injected into the combustion chamber is precluded from being deposited on the combustion chamber inner wall.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 05.10.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

Two or more high-pressure gas nozzle holes which are prepared in an internal combustion engine's combustion chamber inside wall surface, and inject a gas to a combustion chamber,

The high-pressure gas injection valve which injects a gas from a high-pressure gas nozzle to a combustion chamber,

A high-pressure gas supply means to supply the high-pressure gas injected from said high-pressure gas nozzle hole,

The combustion auxiliary device of preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 2]

Said internal combustion engine has a turbulent flow generating means to make the combustion chamber generate a turbulent flow,

Said turbulent flow generating means is the combustion auxiliary device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by being an injection means to inject a gas toward the combustion chamber inside wall surface from the nozzle hole prepared in the combustion chamber inside wall surface.

[Claim 3]

It is the combustion auxiliary device of the internal combustion engine according to claim 1 which said internal combustion engine has a wall style generating means to generate the wall style which flows along with a combustion chamber inside wall surface to the combustion chamber, and is characterized by said wall style generating means being an injection means to inject a gas along with the combustion chamber inside wall surface from the nozzle hole prepared in the combustion chamber inside wall surface.

[Claim 4]

claims 1-3 characterized by having the gas-injection control means which injects a gas to said combustion chamber according to said internal combustion engine's operating status -- the combustion auxiliary device of an internal combustion engine given in any they are.

[Claim 5]

Said gas-injection control means is the combustion auxiliary device of the internal combustion engine according to claim 4 characterized by stopping gaseous injection before the flame by an internal combustion engine's combustion reaches the gas injected from said nozzle hole.

[Claim 6]

It is the combustion auxiliary device of the internal combustion engine according to claim 5 which has further an ignition means to change the ignition timing to gaseous mixture according to said internal combustion engine's working state, and is characterized by said gas-injection control means setting constant spacing of a gas-injection halt and ignition timing.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Field of the Invention]**

This invention relates to the combustion control system which injects a gas to an internal combustion engine's combustion chamber.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]**

The technique of injecting high-pressure air in the cylinder of a diesel power plant, and making diffusive burning in the combustion second half at the time of a heavy load completing promptly is known (for example, patent reference 1 reference). By moreover, the thing for which an air-injection valve is arranged in a combustion chamber, and an expansion line injects high-pressure air towards the revolution flowing-down style side of the direction of fuel injection in a direct injection diesel power plant to inside By preparing one or more air-injection holes in the direction of a fuel injection valve, or a combustion chamber tangential direction, and injecting the compressed air at the time of the bottom dead point of a piston in the technique (for example, patent reference 2 reference) and cylinder bore wall to which the turbulence of the dense fuel is carried out By arranging an air-injection valve in a combustion chamber, and injecting high-pressure air in the technique (for example, patent reference 3 reference) of performing accomplishment control of an injection fuel, diffusion prevention, and promotion of atomization of a fuel, and the direct-injection engine in a cylinder, at the time of fuel injection Distribution of the injected fuel is controlled and the technique (for example, patent reference 5 reference) which supplies the compressed air as assistant air from other gas columns of a pressure higher than the pressure in the technique (for example, patent reference 4 reference) of making a combustible gas mixture forming near the ignition plug, and the gas column which injects a fuel is known.

**[0003]**

**[Patent reference 1]**

JP,8-319837,A (the 3rd page, drawing 1 )

**[Patent reference 2]**

JP,62-267519,A (the 2nd, 3 pages, drawing 1 )

**[Patent reference 3]**

JP,1-74323,U (the three - 7th page, drawing 1 )

**[Patent reference 4]**

JP,2001-248443,A (the 3rd, 4 pages, drawing 1 , 2)

**[Patent reference 5]**

JP,2-115569,A (the two - 4th page, drawing 1 )

**[0004]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]**

In order that the effectiveness of the knocking prevention by the above mentioned Prior art may act on the both sides of initial combustion (0 - 10% combustion period) of a combustion chamber, the anaphase combustion (10 - 90% combustion period) which knocking mainly generates, and \*\*, it cannot improve only the rate-of-combustion fall in anaphase combustion, and an improvement of the prime cause for knocking prevention does not become.

[0005]

Moreover, also in the problem on which the fuel injected with the direct injection mold internal combustion engine adheres to a combustion chamber, although there is the approach of raising whenever [ combustion chamber internal temperature ] and promoting evaporation of an injection fuel in a compression ignition type internal combustion engine, problems, such as the raising-whenever [ combustion chamber internal temperature ] \*\*\*\*\* aforementioned knocking, occur in a jump-spark-ignition mold internal combustion engine.

[0006]

This invention makes it a technical problem to prevent control of knocking by making the rate of combustion of a combustion process anaphase increase, and fuel adhesion on a combustion chamber inside wall surface in view of the above situations.

[0007]

[Means for Solving the Problem]

In order to solve said technical problem, this invention used the combustion auxiliary device of the internal combustion engine having the high-pressure gas injection valve which injects a gas, and a high-pressure gas supply means to supply the high-pressure gas injected from said high-pressure gas nozzle hole for the combustion chamber from two or more high-pressure gas nozzle holes which are prepared in an internal combustion engine's combustion chamber inside wall surface, and inject a gas to a combustion chamber, and a high-pressure gas nozzle.

[0008]

Said internal combustion engine has a turbulent flow generating means to make the combustion chamber generate a turbulent flow, and it was presupposed that it is said turbulent flow generating means an injection means to inject a gas toward the combustion chamber inside wall surface from the nozzle hole prepared in the combustion chamber inside wall surface.

[0009]

The cause which knocking generates originates in gaseous mixture igniting spontaneously and burning rapidly from the combustion chamber inside wall surface circumference, before the flame front spread from the ignition which is a fire source arrives at a combustion chamber edge. Therefore, the propagation velocity of the flame front generated from an ignition is sped up, and before igniting from a combustion chamber edge, a flame front is made to reach to a combustion chamber edge. In addition, the temperature of the gas of the combustion chamber inside wall surface circumference is equalized by agitating the gaseous mixture by which the combustion chamber inside wall surface was heated. The part which serves as an elevated temperature compared with other parts stops occurring consequently, and the gas of the combustion chamber inside wall surface circumference stops igniting spontaneously by this equalization. In order to reduce these knocking, two or more nozzle holes are prepared in a combustion chamber inside wall surface, and a gas is injected from this nozzle hole to a combustion chamber.

[0010]

This gas injected is mainly air, pressurizes the air incorporated from the exterior with high-pressure gas supply means, such as high pressure pumping, and makes it high pressure. Moreover, since it is difficult to prepare a valve in a nozzle hole structurally, it is desirable to prepare an injection valve in the path between high pressure pumping and a nozzle hole, and to perform injection control of air by this valve.

[0011]

By contacting the flow of the air injected from the wall surface of a combustion chamber, or other nozzle holes, the flow is disturbed and a turbulent flow generates the air injected from said nozzle hole. Moreover, it is good, just before a piston goes up, and gaseous mixture is fully compressed as a stage to inject and being lit with an ignition. Therefore, the location in which this nozzle hole is attached is good to be attached near the plane of composition of a cylinder block and the cylinder head which is the upper part of the location which forms the combustion chamber inside wall surface, i.e., a combustion chamber, even if a piston goes up. As for the injection location of this nozzle hole, it is desirable to be attached so that a turbulent flow may occur in homogeneity.

[0012]

When the aforementioned turbulent flow occurs at the combustion chamber edge, the gaseous

mixture which had stagnated at this combustion chamber edge is agitated, and it becomes possible to increase that rate of combustion.

[0013]

Next, said internal combustion engine has a wall style generating means to generate the wall style which flows along with a combustion chamber inside wall surface to the combustion chamber, using the gestalt of said combustion auxiliary device, and it was presupposed that it is said wall style generating means an injection means to inject a gas along with the combustion chamber inside wall surface from the nozzle hole prepared in the combustion chamber inside wall surface.

[0014]

In the direct injection mold internal combustion engine in a cylinder which injects a direct fuel, grain refining of the fuel which is a liquid is carried out to a combustion chamber, and it injects to a combustion chamber. Generally, although this injected fuel is evaporated since whenever [ combustion chamber internal temperature ] is an elevated temperature, a part reaches to a combustion chamber inside wall surface, before evaporating, and adheres to this combustion chamber inside wall surface.

[0015]

Said combustion chamber has the cooling water way which cools an internal combustion engine inside the side attachment wall. Therefore, the fuel which the combustion chamber inside wall surface was cooled with the cooling water which flows a cooling water way, was injected, and adhered to this combustion chamber inside wall surface will be in the condition of being harder to evaporate. And the fuel which has not been evaporated is set like an internal combustion engine's combustion line, and lifting-comes to be easy of incomplete combustion. Pollutants, such as soot and HC, are generated as the result.

[0016]

Therefore, in order that a fuel may carry out antisticking to a combustion chamber inside wall surface, the nozzle hole which injects a gas on a combustion chamber inside wall surface is prepared, a gas is injected along with a combustion chamber inside wall surface from this nozzle hole, and the wall of an air current with this gas is formed. With the wall of this formed air current, the fuel approaching a combustion chamber wall surface by which grain refining was carried out is incorporated in an air current, and drifts the inside of a combustion chamber, and adhering of it to a wall surface is lost. Moreover, as this fuel by which grain refining was carried out drifts a combustion chamber, it may evaporate.

[0017]

In order to form this wall style, a nozzle hole is prepared so that a gas may be injected in the configuration which meets a combustion chamber inside wall surface. Said nozzle hole is prepared in a combustion chamber inside wall surface so that it may rank with the same location at equal spacing.

[0018]

It is, before a fuel is injected by the combustion chamber and this injected fuel reaches a combustion chamber inside wall surface as a stage to inject from a nozzle hole. Moreover, said nozzle hole is prepared more nearly up than the piston location in the time of this fuel being injected.

[0019]

We decided to have the gas-injection control means which injects a gas to said combustion chamber according to said internal combustion engine's operating status.

[0020]

In said jump-spark-ignition type internal combustion engine, the combustion auxiliary device concerned is used for knocking prevention. Therefore, there is no need of using the combustion auxiliary device concerned in the condition that the internal combustion engine is working on the conditions from which knocking does not arise. Moreover, in said direct injection mold internal combustion engine in a cylinder, the injected fuel uses the combustion auxiliary device concerned for antisticking to a combustion chamber side attachment wall. Therefore, if it is the conditions in which fuel adhesion does not occur, there will be no need of using the combustion auxiliary device concerned. Therefore, an internal combustion engine's terms and conditions determine whether the gas injection of the combustion auxiliary device concerned is performed.

[0021]

In this invention, said gas-injection control means was carried out to the ability of gaseous injection to be stopped, before the flame by an internal combustion engine's combustion reached the gas injected from said nozzle hole.

[0022]

When the flame by an internal combustion engine's combustion reaches the gas injected from said nozzle hole, a flame is cooled by this air and there is a possibility that the rate of combustion may fall. Since it becomes easy to generate knocking when the rate of combustion falls, before flame attainment, gaseous injection is stopped and generating of knocking is controlled.

[0023]

In this invention, it had further an ignition means to change the ignition timing to gaseous mixture according to said internal combustion engine's working state, and it was presupposed that said gas-injection control means can be set constant for spacing of a gas-injection halt and ignition timing.

[0024]

If an internal combustion engine generally becomes high rotation, the tooth lead angle of the ignition timing will be carried out. Spacing of a gas-injection halt stage and ignition timing can be kept constant by the halt stage of gaseous injection also interlocking and carrying out a tooth lead angle to this here. This becomes possible to control the fall of flame temperature.

[0025]

[Embodiment of the Invention]

<The gestalt of the 1st operation>

The gestalt of the operation which applied the combustion auxiliary device of the internal combustion engine concerning this invention to the gasoline engine system which is a jump-spark-ignition type internal combustion engine is explained.

[0026]

In drawing 1, an internal combustion engine (henceforth an engine) 1 is the gasoline engine system of the serial 4-cylinder constituted considering the fuel-supply system 10, a combustion chamber 20, the inhalation-of-air system 30, and exhaust air system 40 grade as the principal part. Hereafter, this gasoline engine structure of a system is explained.

[0027]

The fuel-supply system 10 is equipped with the supply pump 11, an accumulator (common rail) 12, a fuel injection valve 13, and engine fuel path P1 grade, and is constituted.

[0028]

The supply pump 11 makes high pressure the fuel pumped up from the fuel tank (outside of drawing), and supplies it to a common rail 12 through the engine fuel path P1. A common rail 12 has the function to hold the high-pressure fuel supplied from the supply pump 11 to a predetermined pressure (pressure accumulation), and distributes it to each fuel injection valve 13 in which this pressure-accumulating fuel was prepared in the suction port. a fuel injection valve 13 -- the interior - - electromagnetism -- it is the solenoid valve equipped with the solenoid (outside of drawing), and it opens suitably and supply injection of the fuel is carried out into a suction port.

[0029]

The inhalation-of-air system 30 forms the path (inhalation-of-air path) of the inhalation-of-air air supplied in each combustion chamber 20. On the other hand, the exhaust air system 40 forms the path (flueway) of the exhaust gas discharged from each combustion chamber 20.

[0030]

In the inhalation-of-air system 30, the inhalation air adopted from atmospheric air is filtered with an air cleaner 31. The throttle valve 32 prepared down-stream from this air cleaner 31 is a closing motion valve of the electronics control type which can adjust that opening on a stepless story, extracts the flow passage area of an inhalation-of-air path to the bottom of a predetermined condition, and has the function to adjust the amount of supply of this inhalation air (reduction). And it is sent to the suction port of an engine 1, and is mixed with the fuel injected from said fuel injection valve 13 here, and the air which had this amount of supply adjusted turns into gaseous mixture.

[0031]

In the exhaust air system 40, along the passage of exhaust gas, catalyst casing 42 is carried out on flueway 40b and its lower stream of a river, and sequential connection of the flueway 40c is carried out down-stream at the downstream from the collector ring 40 which connects from a combustion chamber. The three way component catalyst which purifies injurious ingredients, such as NOx contained in exhaust gas, or the occlusion reduction type NOx catalyst is held in the catalyst casing 42.

[0032]

Moreover, various sensors are attached in each part of an engine 1, and the signal about the environmental condition of the part concerned or the operational status of an engine 1 is outputted to it.

[0033]

That is, the rail pressure sensor 70 outputs the detecting signal according to the pressure of the fuel currently stored in the common rail 12. An air flow meter 72 outputs the detecting signal according to the flow rate (inspired air volume) of inhalation air in the throttle-valve 32 upstream in the inhalation-of-air system 30. The oxygen density (A/F) sensor 73 outputs the detecting signal which changes continuously according to the oxygen density in exhaust gas in the catalyst casing 42 upstream of the exhaust air system 40. Similarly the catalyst outflow exhaust air temperature sensor 74 outputs the detecting signal according to the temperature (exhaust-gas temperature) of exhaust gas on catalyst casing 42 lower stream of a river of the exhaust air system 40.

[0034]

Moreover, the accelerator opening sensor 76 is attached in an accelerator pedal (outside of drawing), and outputs the detecting signal used as the radical of the workload demanded in an engine 1 according to the amount of treading in of this pedal. The crank angle sensor 77 outputs a detecting signal (pulse), whenever the output shaft (crankshaft) of an engine 1 carries out fixed include-angle rotation. Each [ these ] sensors 70-79 are electrically connected with the electronic control (ECU) 80.

[0035]

ECU80 is equipped with the logic operation circuit from which a bidirectional bus connects and which the backup RAM from which the information which memorized after arithmetic and program control (CPU), a read-only memory (ROM), random access memory (RAM), and shutdown is not eliminated, a timer counter, etc. the input port containing an A/D converter, and an output port consist of.

[0036]

ECU80 inputs the detecting signal of said various sensors through input port, in CPU which it has in ECU80 based on these signals, from the program memorized by ROM, performs basic control about the fuel injection of an engine 1 etc., and also it performs various control related to the operational status of an engine 1.

[0037]

As shown in drawing 2 , a side attachment wall is formed with a cylinder block 21, a upper wall is formed by the cylinder head 22, in this cylinder block 21, a piston 23 is inserted from a lower part and a combustion chamber 20 is formed. While penetrating of the cylinder liner 24 is carried out to the cylinder block 21 which forms the side attachment wall of a combustion chamber 20 and the inside of this cylinder liner 24 turns into an inside wall surface of a combustion chamber 20, it is prepared in the plane of composition of this cylinder liner 24, cylinder block 21, and \*\* so that a cooling water way 25 may circulate cylinder liner 24 side face of each gas column.

[0038]

The suction port 33 which stands in a row from the inhalation-of-air system 30, and the exhaust air port 38 which stands in a row to the exhaust air system 40 are established in the cylinder head 22 which forms the upper wall of a combustion chamber 20. And it is attached so that intake valve 27a and exhaust air bulb 27b may become the valve of a suction port 33 and the exhaust air port 38, respectively. Moreover, the ignition plug 28 used as an ignition is attached in combustion chamber 20 center section of the cylinder head 21.

[0039]

The piston 23 in which the combustion chamber 20 was established caudad is connected with the end



of a connecting rod (outside of drawing) in that lower part, and this connecting rod connects the other end with a crankshaft (outside of drawing). And the reciprocating motion of a piston is changed into rotation of a crankshaft.

[0040]

While a spacer 52 is \*\*\*\*(ed) between said cylinder heads 22 and cylinder blocks 21, the ring 53 with a nozzle hole is \*\*\*\*(ed) by the connection with a combustion chamber 20. It is aslant punctured to the normal of the combustion chamber 20 which has a circular cross section in this ring 53 with a nozzle hole, and the annular path 55 which stands in a row annularly is established in two or more nozzle holes 54 which inject high-pressure air to the combustion chamber 20 interior, and two or more of these nozzle holes 54.

[0041]

The high-pressure air duct 56 which stands in a row to said annular path 55, and stands in a row up to cylinder block 21 side face is drilled in said spacer 52. The high-pressure air-injection valve 51 used as the valve at the time of injecting high-pressure air is formed in the upstream of said high-pressure air duct 56. The high pressure pumping 50 which pressurizes air and is sent to the high-pressure air-injection valve 51 is formed in the upstream of this high-pressure air-injection valve 51. And the air purified with the air cleaner 31 from said inhalation-of-air system 30 flows into high pressure pumping 50.

[0042]

Hereafter, the knocking control approach with the high-pressure air injected from said nozzle hole 54 is described. At the usual combustion process, it flows into the combustion chamber 20 interior from a suction port 33, this gaseous mixture is compressed at a piston 23, it is lit with an ignition plug 28, and gaseous mixture burns, cubical expansion is carried out and a piston 23 is put back caudad. On the other hand, knocking is a phenomenon which ignites spontaneously from a combustion chamber edge and spreads rapidly with self-generation of heat according [ the gaseous mixture compressed by the piston 23 ] to this compression, and combustion chamber temperature before the flame front lit with the ignition plug 28 arrives at a combustion chamber edge. Therefore, in order to control knocking, there are an approach of making a flame front reaching to a combustion chamber edge before igniting spontaneously from a combustion chamber edge, and a method of agitating the gaseous mixture which would be in overheating locally with the gaseous mixture of other non-overheating, and reducing temperature.

[0043]

As a concrete approach, gaseous mixture is compressed by the piston 23 and it is lit by gaseous mixture with an ignition plug 28. And the flame front of the lit flame spreads to the combustion chamber edge from ignition plug 28 location prepared in the combustion chamber 20 center. At this time, the high-pressure air-injection valve 51 is opened wide, from two or more nozzle holes 54 prepared in the ring 53 which \*\*\*\*(ed) between the cylinder head 22 and a cylinder block 21, the compressed air is injected and a turbulent flow is generated near the combustion chamber 20 side attachment wall.

[0044]

Said high-pressure air-injection valve 51 has the fuel injection timing controlled by ECU80. ECU80 determines the fuel oil consumption injected based on the signal detected from the crank angle sensor 77 or accelerator opening sensor 76 grade from the ignition timing and the combustion injection valve 13 of an ignition plug 28, and, more specifically, controls the high-pressure air-injection stage of the high-pressure air-injection valve 51 from this determined addition stage, fuel oil consumption, and the piston location called for from the crank angle sensor 77. Moreover, high pressure pumping 50 is interlocked with a crankshaft, and pressurizes the air injected while a crankshaft rotates.

[0045]

As a nozzle hole 54 is shown in drawing 3, the compressed-air style which is prepared at the same include angle to the normal, respectively, and is injected from a nozzle hole 54 interferes with the compressed-air style discharged from the adjoining nozzle hole 54, and a turbulent flow generates it by this interference. When a turbulent flow occurs, the gaseous mixture which had stagnated around the combustion chamber inside wall surface will be agitated. Therefore, when a flame front reaches

to a turbulent flow region, before flame-front propagation velocity is accelerated and knocking begins, it becomes possible to make a flame front reach to a combustion chamber inside wall surface. Moreover, a turbulent flow occurs, the gaseous mixture currently heated on the combustion chamber inside wall surface is also agitated by homogeneity by gaseous mixture being agitated, a partial temperature rise becomes loose, and it lifting-comes to be hard of autogenous ignition.

[0046]

In addition, if it is not in the condition that the operating status of an engine 1 induces knocking in performing said knocking control approach, it is not necessary to perform this knocking control approach especially. Knocking is high rotation as shown in drawing 4, and it is generated only at the time of a heavy load (at the time of high power). Therefore, a knocking generating field is measured in the situation of not performing high-pressure air injection beforehand, and a knocking generating field is mapped by the rotational frequency and the load based on this measurement result. And the combustion auxiliary device by high-pressure air injection which is in the gestalt 1 of this operation if the operating status of an engine 1 becomes in the field of this mapping is operated, and since it is not necessary to control knocking if it becomes field outside, a fuel auxiliary device does not operate.

[0047]

The knocking control approach is explained based on the chart of drawing 5 above. First, it judges whether it is in the condition that the operating status of an engine 1 induces knocking by S501. If it is in the condition which knocking generates here, it will progress to S502, and if it is in the condition which knocking does not generate, it will progress to S507 and this chart will be ended.

[0048]

Next, just before lighting with an ignition plug 28 by S502, the high-pressure air-injection valve 51 is opened wide, and high-pressure air is discharged from a nozzle hole 54.

[0049]

Next, it interferes in the high-pressure air injected from two or more nozzle holes 54 by S503 with the high-pressure air injected from other nozzle holes 54, and it generates a turbulent flow and forms a high turbulent flow region around a combustion chamber inside wall surface. Since it is lost by forming a high turbulent flow region with this high-pressure air that the gaseous mixture of the combustion chamber inside wall surface circumference stagnates, it is lost that only the gaseous mixture of the combustion chamber inside wall surface circumference is heated.

[0050]

Next, the flame front of the flame lit with the ignition plug 28 by S504 at the time of S502 arrives at a high turbulent flow region. In a high turbulent flow region, since the flow of an air current is quick, by S505, propagation of a flame front is accelerated and the fall of the rate of combustion is prevented by the flow of this air current.

[0051]

And after controlling generating of knocking by S506, it progresses to S507 and this chart is ended.

[0052]

In addition, with the gestalt 1 of this operation, while the rate of combustion increases by generating a turbulent flow, churning of the gaseous mixture by generating this turbulent flow progresses, and it becomes possible to raise combustion efficiency more.

<The gestalt of the 2nd operation>

Next, the gestalt of the operation applied to the diesel-power-plant system which is the direct injection mold internal combustion engine in a cylinder which injects a direct fuel to a combustion chamber about the gestalt 2 of operation concerning this invention is explained.

[0053]

In drawing 6, an engine 101 is the diesel-power-plant system of the serial 4-cylinder constituted considering the fuel-supply system 110, a combustion chamber 120, the inhalation-of-air system 130, and exhaust air system 140 grade as the principal part. Hereafter, this diesel-power-plant structure of a system is explained.

[0054]

The fuel-supply system 110 is equipped with the supply pump 111, an accumulator (common rail) 112, a fuel injection valve 113, and engine fuel path P1 grade, and is constituted.

[0055]

The supply pump 111 makes high pressure the fuel pumped up from the fuel tank (outside of drawing), and supplies it to a common rail 112 through the engine fuel path P1. A common rail 112 has the function to hold the high-pressure fuel supplied from the supply pump 111 to a predetermined pressure (pressure accumulation), and distributes this pressure-accumulating fuel to each fuel injection valve 113. a fuel injection valve 113 -- the interior -- electromagnetism -- it is the solenoid valve equipped with the solenoid (outside of drawing), and it opens suitably and supply injection of the fuel is carried out into a combustion chamber 120.

[0056]

The inhalation-of-air system 130 forms the path (inhalation-of-air path) of the inhalation-of-air air supplied in each combustion chamber 120. On the other hand, the exhaust air system 140 forms the path (flueway) of the exhaust gas discharged from each combustion chamber 120.

[0057]

Moreover, this engine 101 is equipped with the well-known supercharger (turbocharger) 145. A turbocharger 145 is equipped with the turbine wheel 147 and compressor 148 which were connected through the shaft 146. One compressor 148 is exposed to the inhalation of air in the inhalation-of-air system 130, and the turbine wheel 147 of another side is exposed to the exhaust gas in the exhaust air system 140. The turbocharger 145 which has such a configuration rotates a compressor 148 using the exhaust stream (exhaust pressure) which a turbine wheel 147 receives, and has the effectiveness (the supercharge effectiveness) which raises an intake pressure.

[0058]

In the inhalation-of-air system 130, the intercooler 131 prepared in the lower stream of a river of a turbocharger 145 carries out forced cooling of the inhalation air which carried out the temperature up by supercharge. The throttle valve 132 further prepared down-stream rather than the intercooler 131 is a closing motion valve of the electronics control type which can adjust the opening on a stepless story, extracts the flow passage area of an inhalation-of-air path to the bottom of a predetermined condition, and has the function to adjust the amount of supply of this inhalation air (reduction).

[0059]

Moreover, the exhaust air ring current path (EGR path) 160 which bypasses the upstream (inhalation-of-air system 130) and the lower stream of a river (exhaust air system 140) of a combustion chamber 120 is formed in the engine 101. Specifically, the EGR path 160 is opening collector-ring 140a of the turbocharger 145 upstream in the exhaust air system 140, and the downstream of the throttle valve 132 in the inhalation-of-air system 130 for free passage. This EGR path 160 has the function to return a part of exhaust gas to the inhalation-of-air system 130 suitably. It is opened and closed by electronics control at a stepless story, and EGR cooler 162 for cooling the EGR valve 161 which can adjust the exhaust air flow rate which flows this path free, and the exhaust gas which passes through the EGR path 160 (ring current) is formed in the EGR path 160.

[0060]

Moreover, in the exhaust air system 140, along the passage of exhaust gas, catalyst casing 142 is carried out on flueway 140b and its lower stream of a river, and sequential connection of the flueway 140c is carried out down-stream at the downstream from the part in which collector-ring 140a connected from a combustion chamber and a turbine wheel 147 were formed. The occlusion reduction type NOx catalyst which purifies injurious ingredients, such as NOx contained in exhaust gas, is held in the catalyst casing 142.

[0061]

Moreover, various sensors are attached in each part of an engine 101, and the signal about the environmental condition of the part concerned or the operational status of an engine 101 is outputted to it.

[0062]

That is, the rail pressure sensor 170 outputs the detecting signal according to the pressure of the fuel currently stored in the common rail 112. An air flow meter 172 outputs the detecting signal according to the flow rate (inspired air volume) of inhalation air in the throttle-valve 132 upstream in the inhalation-of-air system 130. The oxygen density (A/F) sensor 173 outputs the detecting signal which changes continuously according to the oxygen density in exhaust gas in the catalyst casing

142 upstream of the exhaust air system 140. Similarly the catalyst outflow exhaust air temperature sensor 174 outputs the detecting signal according to the temperature (exhaust-gas temperature) of exhaust gas on catalyst casing 142 lower stream of a river of the exhaust air system 140.

[0063]

Moreover, the accelerator opening sensor 176 is attached in an accelerator pedal (outside of drawing), and outputs the detecting signal used as the radical of the workload demanded in an engine 101 according to the amount of treading in of this pedal. The crank angle sensor 177 outputs a detecting signal (pulse), whenever the output shaft (crankshaft) of an engine 101 carries out fixed include-angle rotation. Each [ these ] sensors 170-177 are electrically connected with the electronic control (ECU) 180.

[0064]

ECU180 is equipped with the logic operation circuit from which a bidirectional bus connects and which the backup RAM from which the information which memorized after arithmetic and program control (CPU), a read-only memory (ROM), random access memory (RAM), and shutdown is not eliminated, a timer counter, etc. the input port containing an A/D converter, and an output port consist of.

[0065]

ECU180 inputs the detecting signal of said various sensors through input port, in CPU which it has in ECU180 based on these signals, from the program memorized by ROM, performs basic control about the fuel injection of an engine 101 etc., and also it performs various control related to the operational status of an engine 101.

[0066]

A side attachment wall is formed with a cylinder block 121, a upper wall is formed by the cylinder head 122, in this cylinder block 121, a piston 123 is inserted from a lower part and the combustion chamber 120 shown in drawing 7 is formed. While penetrating of the cylinder liner 124 is carried out to the cylinder block 121 which forms the side attachment wall of a combustion chamber 120 and the inside of this cylinder liner 124 turns into an inside wall surface of a combustion chamber 120, it is prepared in the plane of composition of this cylinder liner 124, cylinder block 121, and \*\* so that a cooling water way 125 may circulate cylinder liner 124 side face of each gas column.

[0067]

The suction port 133 which stands in a row from the inhalation-of-air system 130, and the exhaust air port 138 which stands in a row to the exhaust air system 140 are established in the cylinder head 122 which forms the upper wall of a combustion chamber 120. And it is attached so that intake valve 127a and exhaust air bulb 127b may become the valve of a suction port 133 and the exhaust air port 138, respectively. Moreover, in the combustion chamber 120 center of the cylinder head 122, the fuel injection equipment 113 which injects a direct fuel is attached in a combustion chamber 120.

[0068]

A ring 153 is \*\*\*\*(ed) by the connection with a combustion chamber 120 while a spacer 152 is \*\*\*\*(ed) between said cylinder heads 122 and cylinder blocks 121. It is aslant punctured by this ring 153 to the normal which goes to the combustion chamber 120 where a cross-section configuration is circular, and the annular path 155 which stands in a row annularly is established in two or more nozzle holes 154 which inject high-pressure air to the combustion chamber 120 interior, and two or more of these nozzle holes 154. The high-pressure air duct 156 which stands in a row to said annular path 155, and stands in a row up to cylinder block 121 side face is drilled in said spacer 152.

[0069]

The high-pressure air-injection valve 151 used as the valve at the time of injecting high-pressure air is formed in the upstream of said high-pressure air duct 156. The high pressure pumping 150 which pressurizes air and is sent to the high-pressure air-injection valve 151 is formed in the upstream of this high-pressure air-injection valve 151. And the air purified with the air cleaner from said inhalation-of-air system 130 flows into high pressure pumping 150.

[0070]

The crevice is established in the crowning of said piston 123. Corresponding to the jet hole of said fuel injection equipment 113, as for this crevice, the fuel from a jet hole is injected towards this crevice. And when a fuel is injected by this crevice, the fuel injected around this crevice will

stagnate.

[0071]

The fuel injected in the combustion chamber 120 as mentioned above will stop at combustion chamber 120 core mostly, when injected by the crevice of a piston 123, but some fuels adhere to the cylinder liner 124 which is a combustion chamber inside wall surface, when injected. Since this cylinder liner 124 is cooled by cooling water, that skin temperature becomes low to combustion chamber temperature. Therefore, the fuel adhering to a cylinder liner 124 is in the condition of being hard to evaporate, compared with the fuel which is injected by the combustion chamber and is floating. And it adheres, and this fuel that is not evaporated makes incomplete combustion HC, soot, etc. under exhaust air increased as a lifting and its result, in case combustion takes place by the combustion chamber.

[0072]

Hereafter, the adhesion control approach to the combustion chamber inside wall surface of a fuel with the high-pressure air injected from said nozzle hole 154 is described. At the usual combustion process, when a piston 123 goes up first, the air incorporated in the combustion chamber 120 is compressed. And a fuel is injected in the compressed condition, i.e., the condition that the piston 123 went up upwards. After that, further, a piston 123 goes up, a fuel is lit by self-generation of heat of the air compressed near the top dead center, and combustion starts.

[0073]

Therefore, what is necessary is just to make it the fuel injected by the time it lit and the flame spread after fuel injection, in order to prevent adhesion on the combustion chamber inside wall surface of a fuel not adhere to a combustion chamber inside wall surface. For this reason, as shown in drawing 8, from said nozzle hole 154, air is injected and an air curtain is formed, and it prevents that the fuel injected by this air curtain adheres to a combustion chamber inside wall surface.

[0074]

As a concrete procedure, if a fuel is injected in a combustion chamber 120, simultaneous, the high-pressure air-injection valve 151 will be opened wide just before that, and high-pressure air will be injected from the prepared nozzle hole 154. This nozzle hole 154 is formed so that air can be injected along with a combustion chamber inside wall surface. By spouting air along with a combustion chamber inside wall surface from each nozzle hole 154, an annular air current occurs along with a combustion chamber medial surface. It prevents that the injected fuel adheres to a combustion chamber inside wall surface by using this generated annular air current as an air curtain.

[0075]

It aims at making it the fuel injected by the combustion chamber not adhere to a combustion chamber inside wall surface with the gestalt 2 of this operation. therefore, the fuel with which the conditions 101 on which the injected fuel does not adhere to a combustion chamber inside wall surface, for example, an engine, are injected in the hot condition is little -- etc. -- on conditions, even if it does not perform the gestalt 2 of this operation, a fuel does not adhere to a combustion chamber inside wall surface Therefore, by defining whether a monograph affair performs the gestalt 2 of this operation, it becomes possible to decrease power loss of the engine 1 at the time of making air into high pressure.

[0076]

Moreover, although the diesel-power-plant system was used as a direct injection mold internal combustion engine in a cylinder with the gestalt 2 of this operation, if it is the internal combustion engine of the gestalt which injects a direct fuel to a combustion chamber, it is possible for it to be adapted also for jump-spark-ignition type internal combustion engines, such as a gasoline engine, in the gestalt 2 of this operation.

[0077]

Moreover, with the gestalt 2 of this operation, the rate which the fuel injected by the combustion chamber burns completely can be raised by forming the wall style by gaseous flow and decreasing the fuel which adheres to adhesion at a combustion chamber inside wall surface. getting it blocked -- the combustion efficiency of the fuel injected by the combustion chamber will increase.

[0078]

With the gestalt 1 of this operation, and the gestalt 2 of this operation, it has resulted in incorporating

air to a combustion chamber by injecting high-pressure air to a combustion chamber apart from the air adopted from a suction port. However, the amount of the air incorporated as high-pressure air injected with the gestalt of this operation is performed by nozzle hole area abbreviation  $0.1\text{mm}^2$ , injection time about 0.5 mses, and injection-pressure 10MPa, and change of the air-fuel ratio (A/F) by this becomes about 0.2 to about 0.1. This value is the last value which would pose a problem especially with the gestalt of this operation. Therefore, although especially resetting of an air-fuel ratio is not performed, the approach of also taking an air-fuel ratio into consideration in other gestalten, and injecting high-pressure air like the gestalt of this operation is also assumed.

[0079]

Moreover, with the gestalt 1 of this operation, and the gestalt 2 of this operation, high pressure pumping was used for creating high-pressure air, and direct high-pressure air was injected [ high pressure pumping / this ] from the high-pressure air-injection valve. In addition, an accumulator may be prepared beforehand, high-pressure air may be accumulated, and delivery injection of the high-pressure air may be carried out from this accumulator at a high-pressure air-injection valve. By preparing this accumulator, the engine stores high-pressure air with high pressure pumping beforehand at the time of low loading, and becomes possible [ suspending high pressure pumping at the time of a heavy load ]. It becomes possible to perform the gestalt of this operation, without causing the power loss by working high pressure pumping at the time of the heavy load which needs power most by this.

<The gestalt of the 3rd operation>

With the gestalt of this operation, before reaching the high-pressure air by which the flame when gaseous mixture burns in a combustion chamber was injected, injection of high-pressure air is stopped. In order to realize this, with the gestalt of this operation, the ignition timing of gaseous mixture is interlocked with and fuel injection timing of high-pressure air is changed.

[0080]

In addition, although the gestalt of this operation explains the gestalt of the operation applied to the gasoline engine system which is a jump-spark-ignition type internal combustion engine, also in a diesel-power-plant system, it becomes applicable by transposing the ignition timing by the ignition plug to the fuel injection timing by the fuel injection valve.

[0081]

In the gestalt of this operation, although injection control of high-pressure air differs, since the basic configuration of an engine or other hardware used as the candidate for application is common, it omits explanation with the gestalt of the 1st operation.

[0082]

Here, since temperature is lower than the flame in a combustion chamber 20, if a flame contacts the high-pressure air immediately after injection, as for the high-pressure air injected in a combustion chamber 20, the temperature of this flame will fall. Thereby, if a flame speed becomes slow, before a flame front arrives at a combustion chamber edge, gaseous mixture will carry out spontaneous ignition and knocking will occur. Therefore, in order to control generating of knocking, before stopping injection of high-pressure air before a flame front reaches high-pressure air, controlling the fall of the rate of combustion of a combustion anaphase and igniting spontaneously from a combustion chamber edge, it is effective to make a flame front reach to a combustion chamber edge.

[0083]

With the gestalt of this operation, the ignition timing of an ignition plug 28 is interlocked with, and the injection initiation stage and injection halt stage of high-pressure air are changed. In addition, with the gestalt of this operation, in order to set constant the period which has injected high-pressure air, the amount of modification of an injection initiation stage and an injection halt stage becomes equal.

[0084]

Drawing 9 is the timing diagram Fig. having shown the relation between the ignition timing of an ignition plug 28, and a high-pressure air-injection period. As for drawing 9 (A), drawing 9 (B) shows the condition after a tooth lead angle before the tooth lead angle. If an engine 1 becomes high rotation, the tooth lead angle of the ignition timing will be carried out. Thereby, the tooth lead angle also of the high-pressure air-injection initiation stage is carried out whenever [ isogonism ]. Thereby,

the tooth lead angle also of the high-pressure injection halt stage is carried out whenever [ isogonism ], and it can maintain ignition timing and fixed spacing. This fixed spacing asks for spacing without a possibility that knocking may occur, by experiment etc. beforehand.

[0085]

As explained above, according to the gestalt of this operation, by interlocking fuel injection timing of high-pressure air with the ignition timing of gaseous mixture, it becomes possible to control the fall of flame temperature with high-pressure air, and the fall of a flame speed, and knocking can be controlled.

[0086]

[Effect of the Invention]

By using the combustion auxiliary device of the internal combustion engine concerning this invention, it becomes possible to prevent control of knocking by making the rate of combustion of a combustion process anaphase increase, and fuel adhesion on a combustion chamber inside wall surface.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram showing the jump-spark-ignition type internal combustion engine concerning the gestalt 1 of this operation.

[Drawing 2] The outline sectional view around a combustion chamber concerning the gestalt 1 of this operation.

[Drawing 3] The schematic diagram of the nozzle hole circumference concerning the gestalt 1 of this operation.

[Drawing 4] The graph which shows the relation of the internal combustion engine's operating status and high-pressure air injection concerning the gestalt 1 of this operation.

[Drawing 5] The flow chart at the time of performing high-pressure air injection concerning the gestalt 1 of this operation.

[Drawing 6] The outline block diagram showing the direct injection mold internal combustion engine in a cylinder concerning the gestalt 2 of this operation.

[Drawing 7] The outline sectional view around a combustion chamber concerning the gestalt 2 of this operation.

[Drawing 8] The schematic diagram of the nozzle hole circumference concerning the gestalt 2 of this operation.

[Drawing 9] The timing diagram Fig. having shown the relation of the ignition timing of an ignition plug and the high-pressure air-injection period concerning the gestalt 3 of this operation. As for drawing 9 (A), drawing 9 (B) shows the condition after a tooth lead angle before the tooth lead angle.

[Description of Notations]

1 Engine

10 Fuel-Supply System

11 Supply Pump

12 Common Rail

13 Fuel Injection Valve

20 Combustion Chamber

21 Cylinder Block

22 Cylinder Head

23 Piston

24 Cylinder Liner

25 Cooling Water Way

27a Intake valve

27b Exhaust air bulb

28 Ignition Plug

30 Inhalation-of-Air System

31 Air Cleaner

32 Throttle Valve

33 Suction Port



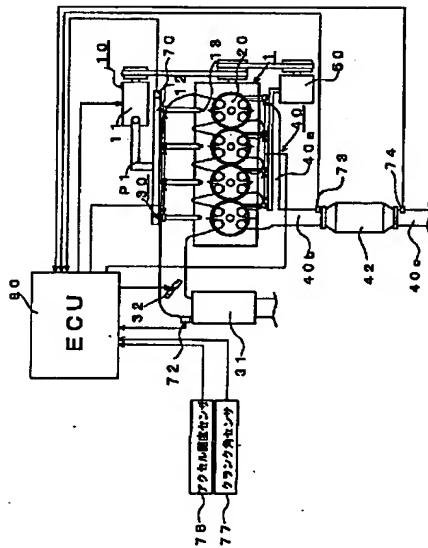
38 Exhaust Air Port  
40 Exhaust Air System  
40a Collector ring  
40b Flueway  
40c Flueway  
42 Catalyst Casing  
50 High Pressure Pumping  
51 High-Pressure Air-Injection Valve  
52 Spacer  
53 Ring  
54 Nozzle Hole  
55 Annular Path  
56 High-Pressure Air Duct  
70 Rail Pressure Sensor  
72 Air Flow Meter  
73 Oxygen Density Sensor  
74 Catalyst Outflow Exhaust Air Temperature Sensor  
76 Accelerator Opening Sensor  
77 Crank Angle Sensor



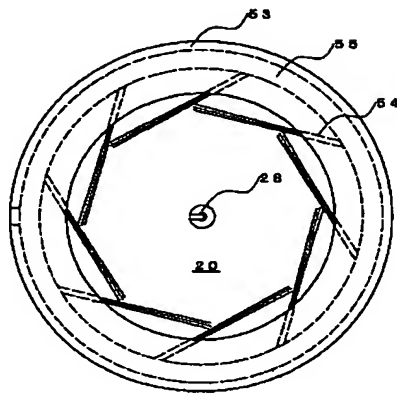
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

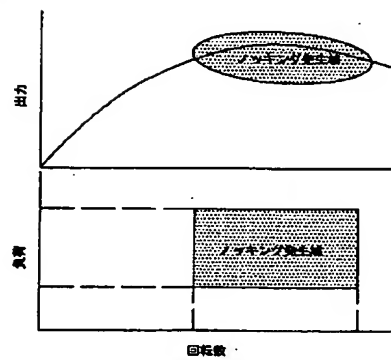
[Drawing 1]



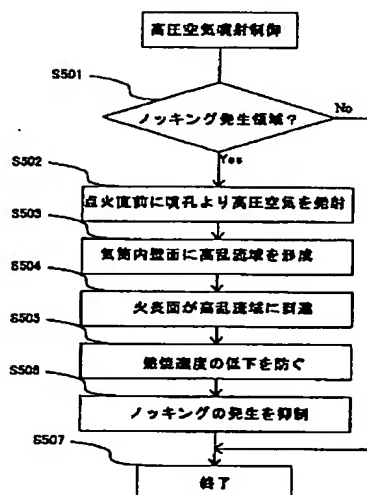
[http://www4.ipdl.ncipi.go.jp/cgi-bin/tran\\_web/cgi\\_ejje](http://www4.ipdl.ncipi.go.jp/cgi-bin/tran_web/cgi_ejje)



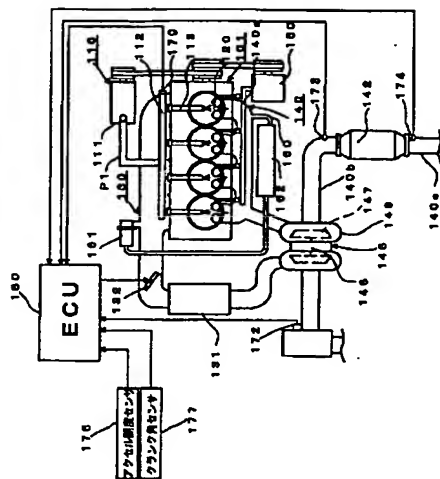
[Drawing 4]



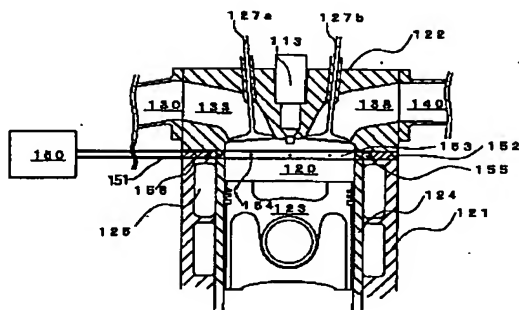
[Drawing 5]



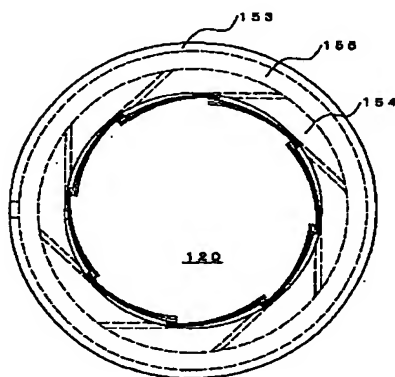
[Drawing 6]



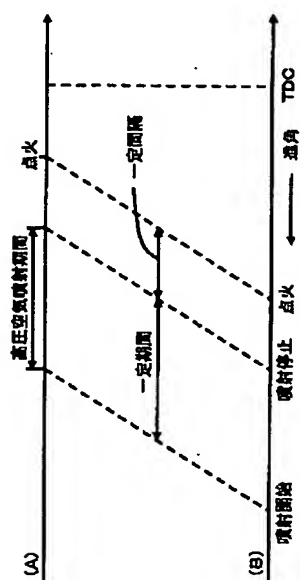
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-3428

(P2004-3428A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F02B 23/00

F02B 23/10

F1

F02B 23/00

F02B 23/10

テーマコード (参考)

3G023

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-359543 (P2002-359543)  
 (22) 出願日 平成14年12月11日 (2002.12.11)  
 (31) 優先権主張番号 特願2002-121827 (P2002-121827)  
 (32) 優先日 平成14年4月24日 (2002.4.24)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100089244  
 弁理士 遠山 勉  
 (74) 代理人 100090516  
 弁理士 松倉 秀実  
 (74) 代理人 100098268  
 弁理士 永田 豊  
 (74) 代理人 100100549  
 弁理士 川口 嘉之  
 (72) 発明者 広岡 久人  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

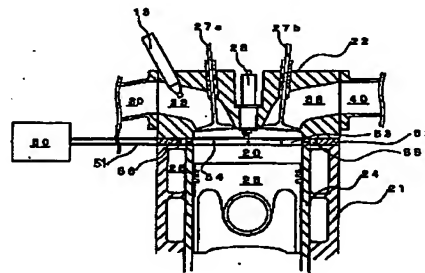
(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃焼補助装置

## (57) 【要約】

【課題】従来のノッキング防止技術は、燃焼全体を早めるものであり、ノッキングの原因となる燃焼後半のみを改善するものではない。また、筒内直接噴射型内燃機関では、噴射した燃料が気筒内壁面に付着して不完全燃焼し、排気中のHC、煤等が増加する問題があった。

【解決手段】複数の噴孔54を設けたリング53と高圧空気通路56を穿設したスペーサ52とをシリンダヘッド22とシリンダブロック21で挟持する。そして、混合気を圧縮して点火プラグ28で点火すると同時にその直後に、噴孔54より高圧空気を噴射して燃焼室20の側壁面付近に乱流を形成する。この乱流により火炎面伝播速度が加速され、燃焼室20の周辺部を素早く燃焼させることが可能となる。また、筒内直接噴射型内燃機関で同様に高圧空気を噴射することにより、燃焼室内側壁面周辺にエアカーテンを形成し、燃焼室内に噴射される燃料が燃焼室内側壁面に付着しないようにする。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内燃機関の燃焼室内側壁面に設けられて燃焼室内に気体を噴射する複数の高圧気体噴孔と

、  
高圧気体噴射孔より燃焼室内に気体を噴射する高圧気体噴射弁と、  
前記高圧気体噴孔より噴射する高圧気体を供給する高圧気体供給手段と、  
を備える内燃機関の燃焼補助装置。

## 【請求項 2】

前記内燃機関はその燃焼室内に乱流を発生させる乱流発生手段を有し、  
前記乱流発生手段は、燃焼室内側壁面に設けられた噴孔より、その燃焼室内側壁面に向か 10  
って気体を噴射する噴射手段であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃焼補  
助装置。

## 【請求項 3】

前記内燃機関はその燃焼室内に燃焼室内側壁面に沿って流れる壁流を発生させる壁流発生  
手段を有し、前記壁流発生手段は、燃焼室内側壁面に設けられた噴孔より、その燃焼室内  
側壁面に沿って気体を噴射する噴射手段であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機  
関の燃焼補助装置。

## 【請求項 4】

前記内燃機関の稼働状態に応じて前記燃焼室内に気体を噴射する気体噴射制御手段を有す  
ることを特徴とする請求項 1 ～ 3 何れかに記載の内燃機関の燃焼補助装置。 20

## 【請求項 5】

前記気体噴射制御手段は、前記噴孔より噴射された気体に内燃機関の燃焼による火炎が到  
達する前に気体の噴射を停止させることを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の燃焼補  
助装置。

## 【請求項 6】

混合気への点火時期を前記内燃機関の稼働状態に応じて変更する点火手段をさらに備え、  
前記気体噴射制御手段は、気体噴射停止と点火時期との間隔を一定とすることを特徴とす  
る請求項 5 に記載の内燃機関の燃焼補助装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

30

## 【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関の燃焼室内に気体を噴射する燃焼制御装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

ディーゼルエンジンのシリンダ内に高圧空気を噴射して高負荷時の燃焼後半における拡散  
燃焼を速やかに完了させる技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。また、直噴  
ディーゼルエンジンにおいて、燃焼室内に空気噴射弁を配設し、膨張行程中に燃料噴射方  
向の旋回流下流側に向けて高圧空気を噴射することで、密集している燃料を擾乱させる技  
術（例えば、特許文献 2 参照）、シリンダボア壁に、燃料噴射弁方向又は燃焼室接線方向  
に 1 つ以上の空気噴射孔を設け、ピストンの下死点時に圧縮空気を噴射することで、噴射 40  
燃料の貫徹制御、拡散防止、燃料の微粒化促進を行う技術（例えば、特許文献 3 参照）、  
筒内直噴エンジンにおいて、燃焼室内に空気噴射弁を配設し、燃料噴射時に高圧空気を噴  
射することで、噴射した燃料の分散を抑制し、点火プラグ近傍に可燃混合気を形成させる  
技術（例えば、特許文献 4 参照）、燃料を噴射する気筒内の圧力よりも高い圧力の他の気  
筒から圧縮空気をアシストエアとして供給する技術（例えば、特許文献 5 参照）が知られ  
ている。

## 【0003】

## 【特許文献 1】

特開平 8 - 3 1 9 8 3 7 号公報（第 3 頁、図 1）

## 【特許文献 2】

50

特開昭 6 2 - 2 6 7 5 1 9 号公報 ( 第 2 、 3 頁、図 1 )

【特許文献 3】

実開平 1 - 7 4 3 2 3 号公報 ( 第 3 - 7 頁、図 1 )

【特許文献 4】

特開 2 0 0 1 - 2 4 8 4 4 3 号公報 ( 第 3 、 4 頁、図 1 、 2 )

【特許文献 5】

特開平 2 - 1 1 5 5 6 9 号公報 ( 第 2 - 4 頁、図 1 )

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

前記した従来の技術によるノッキング防止の効果は燃焼室内の初期燃焼 ( 0 ~ 1 0 % 燃焼 10  
期間 ) と、ノッキングが主に発生する後期燃焼 ( 1 0 ~ 9 0 % 燃焼期間 ) と、の双方に作用するため、後期燃焼における燃焼速度低下のみを改善することは出来ず、ノッキング防止のための根本的原因の改善とはならない。

【 0 0 0 5 】

また、直接噴射型内燃機関で噴射した燃料が燃焼室内に付着する問題においても、圧縮着火式内燃機関では燃焼室内温度を上昇させるなどして噴射燃料の気化を促進するなどの方法があるが、火花点火型内燃機関では、燃焼室内温度を上昇させることによる前記ノッキングなどの問題が発生する。

【 0 0 0 6 】

本発明は前記のような事情に鑑み、燃焼過程後期の燃焼速度を増加させることによるノッ 20  
キングの抑制、および燃焼室内側壁面への燃料付着を防止することを課題とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明は、内燃機関の燃焼室内側壁面に設けられて燃焼室内に気体を噴射する複数の高圧気体噴孔と、高圧気体噴射孔より燃焼室内に気体を噴射する高圧気体噴射弁と、前記高圧気体噴孔より噴射する高圧気体を供給する高圧気体供給手段とを備える内燃機関の燃焼補助装置を使用した。

【 0 0 0 8 】

前記内燃機関はその燃焼室内に乱流を発生させる乱流発生手段を有し、前記乱流発生手段は、燃焼室内側壁面に設けられた噴孔より、その燃焼室内側壁面に向かって気体を噴射す 30  
る噴射手段であることとした。

【 0 0 0 9 】

ノッキングが発生する原因は、火源である点火装置より伝播する火炎面が燃焼室端部に到達する前に、燃焼室内側壁面周辺より混合気が自然発火し、急激に燃焼することに起因する。よって、点火装置より発生する火炎面の伝播速度を速めて、燃焼室端部から発火する前に燃焼室端部まで火炎面を到達させる。これに加えて、燃焼室内側壁面の加熱された混合気を攪拌することにより燃焼室内側壁面周辺の気体の温度を均一化する。この均一化により、他の部分に比べて高温となる箇所が発生しなくなり、この結果、燃焼室内側壁面周辺の気体が自然発火しなくなる。これらノッキングを低減するために、燃焼室内側壁面に複数の噴孔を設けて、この噴孔より燃焼室内に気体を噴射する。 40

【 0 0 1 0 】

この噴射される気体は主として空気であり、外部より取り込んだ空気を高圧ポンプ等の高圧気体供給手段で加圧して高圧にする。また、噴孔には構造的に弁を設けることが難しいので、高圧ポンプと噴孔との間の通路に噴射弁を設けて、この弁により空気の噴射制御を行うことが好ましい。

【 0 0 1 1 】

前記噴孔より噴射される空気は燃焼室内の壁面、若しくは他の噴孔より噴射される空気の流れに接触することにより、その流れが乱され、乱流が発生する。また、噴射する時期としては、ピストンが上昇して、混合気が十分に圧縮されて点火装置により点火される直前が良い。したがって、この噴孔が取り付けられる位置は、ピストンが上昇しても燃焼室内 50

側壁面を形成している位置、すなわち燃焼室の上部である、シリンダブロックとシリンダヘッドの接合面付近に取り付けられるのがよい。この噴孔の噴射位置は、均一に乱流が発生するように取り付けられることが望ましい。

【0012】

前記の乱流が燃焼室端部に発生することにより、この燃焼室端部に停滞していた混合気が攪拌され、その燃焼速度を増加することが可能となる。

【0013】

次に、前記燃焼補助装置の形態を用いて、前記内燃機関はその燃焼室内に燃焼室内側壁面に沿って流れる壁流を発生させる壁流発生手段を有し、前記壁流発生手段は、燃焼室内側壁面に設けられた噴孔より、その燃焼室内側壁面に沿って気体を噴射する噴射手段である 10

【0014】

燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内直接噴射型内燃機関では、液体である燃料を細粒化して燃焼室内に噴射する。一般に燃焼室内温度は高温であるため、この噴射された燃料は気化するが、一部は気化する前に燃焼室内側壁面まで達し、この燃焼室内側壁面に付着する。

【0015】

前記燃焼室は、その側壁内部に内燃機関を冷却する冷却水路を有している。よって冷却水路を流れる冷却水により燃焼室内側壁面は冷却され、噴射されてこの燃焼室内側壁面に付着した燃料は、より気化し難い状態になる。そして、気化していない燃料は、内燃機関の燃焼行程において不完全燃焼を起こしやすくなる。その結果として煤、HC等の汚染物質を発生させる。 20

【0016】

よって、燃料が燃焼室内側壁面に付着防止するために、燃焼室内側壁面に気体を噴射する噴孔を設け、この噴孔より燃焼室内側壁面に沿って気体を噴射し、この気体による気流の壁を形成する。この形成された気流の壁により、燃焼室壁面に近づいた細粒化された燃料は、気流内に取り込まれて燃焼室内中を漂い、壁面に付着することが無くなる。また、この細粒化された燃料が燃焼室内を漂う途中で気化することもある。

【0017】

この壁流を形成するために、噴孔は燃焼室内側壁面に沿う形状に気体を噴射するように設けられる。前記噴孔は、同一位置に均等な間隔で並ぶように燃焼室内側壁面に設けられる。 30

【0018】

噴孔より噴射を行う時期としては、燃焼室内に燃料が噴射されてこの噴射された燃料が燃焼室内側壁面に到達する以前である。また、前記噴孔は、この燃料が噴射された時点でのピストン位置よりも上方に設けられる。

【0019】

前記内燃機関の稼働状態に応じて前記燃焼室内に気体を噴射する気体噴射制御手段を有することとした。

【0020】

前記火花点火式内燃機関では、ノッキング防止のために当該燃焼補助装置を使用する。よって内燃機関がノッキングの起こらない条件にて稼働している状態では、当該燃焼補助装置を使用する必要性は無い。また前記筒内直接噴射型内燃機関では、噴射された燃料が燃焼室側壁への付着防止のために当該燃焼補助装置を使用する。よって燃料付着が起きない条件であるならば、当該燃焼補助装置を使用する必要性は無い。したがって、内燃機関の諸条件により、当該燃焼補助装置の気体噴射を実行するかどうかを決定する。 40

【0021】

本発明においては、前記気体噴射制御手段は、前記噴孔より噴射された気体に内燃機関の燃焼による火炎が到達する前に気体の噴射を停止させることができることとした。

【0022】



前記噴孔より噴射された気体に内燃機関の燃焼による火炎が到達すると、この空気により火炎が冷却され、燃焼速度が低下する虞がある。燃焼速度が低下することにより、ノッキングが発生し易くなるため、火炎到達前に気体の噴射を停止させてノッキングの発生を抑制する。

#### 【 0 0 2 3 】

本発明においては、混合気への点火時期を前記内燃機関の稼動状態に応じて変更する点火手段をさらに備え、前記気体噴射制御手段は、気体噴射停止と点火時期との間隔を一定とすることができることとした。

#### 【 0 0 2 4 】

一般に内燃機関が高回転になると点火時期が進角される。ここで、気体の噴射の停止時期もこれに連動して進角させることにより、気体噴射停止時期と点火時期との間隔を一定に保つことができる。これにより、火炎温度の低下を抑制することが可能となる。

#### 【 0 0 2 5 】

##### 【発明の実施の形態】

##### <第1の実施の形態>

本発明に係る内燃機関の燃焼補助装置を、火花点火式内燃機関であるガソリンエンジンシステムに適用した実施の形態について説明する。

#### 【 0 0 2 6 】

図1において、内燃機関（以下、エンジンという）1は、燃料供給系10、燃焼室20、吸気系30及び排気系40等を主要部として構成される直列4気筒のガソリンエンジンシステムである。以下、本ガソリンエンジンシステムの構成について説明する。

#### 【 0 0 2 7 】

燃料供給系10は、サプライポンプ11、蓄圧室（コモンレール）12、燃料噴射弁13、機関燃料通路P1等を備えて構成される。

#### 【 0 0 2 8 】

サプライポンプ11は燃料タンク（図外）からくみ上げた燃料を高圧にし、機関燃料通路P1を介してコモンレール12に供給する。コモンレール12はサプライポンプ11から供給された高圧燃料を所定の圧力に保持（蓄圧）する機能を有し、この蓄圧した燃料を吸気ポート内に設けられた各燃料噴射弁13に分配する。燃料噴射弁13はその内部に電磁ソレノイド（図外）を備えた電磁弁であり、適宜開弁して吸気ポート内に燃料を供給噴射する。

#### 【 0 0 2 9 】

吸気系30は、各燃焼室20内に供給される吸気空気の通路（吸気通路）を形成する。一方、排気系40は、各燃焼室20から排出される排気ガスの通路（排気通路）を形成する。

#### 【 0 0 3 0 】

吸気系30において、大気より取り入れられた吸入空気は、エアクリーナ31で濾過される。このエアクリーナ31より下流に設けられたスロットル弁32は、その開度を無段階に調節することができる電子制御式の開閉弁であり、所定の条件下において吸気通路の流路面積を絞り、同吸入空気の供給量を調整（低減）する機能を有する。そしてこの供給量を調整された空気はエンジン1の吸気ポートへ送られ、ここで前記燃料噴射弁13より噴射される燃料と混合され、混合気となる。

#### 【 0 0 3 1 】

排気系40において、燃焼室より接続する排気集合管40より下流側には、排気ガスの流路に沿って排気通路40b、その下流に触媒ケーシング42、更に下流に排気通路40cが順次連結されている。触媒ケーシング42には、排気ガス中に含まれるNO<sub>x</sub>等の有害成分を浄化する三元触媒、若しくは吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒が収容されている。

#### 【 0 0 3 2 】

また、エンジン1の各部位には、各種センサが取り付けられており、当該部位の環境条件やエンジン1の運転状態に関する信号を出力する。

## 【 0 0 3 3 】

すなわち、レール圧センサ 7 0 は、コモンレール 1 2 内に蓄えられている燃料の圧力に応じた検出信号を出力する。エアフローメータ 7 2 は、吸気系 3 0 内のスロットル弁 3 2 上流において吸入空気の流量（吸気量）に応じた検出信号を出力する。酸素濃度（A / F）センサ 7 3 は、排気系 4 0 の触媒ケーシング 4 2 上流において排気ガス中の酸素濃度に応じて連続的に変化する検出信号を出力する。触媒流出排気温度センサ 7 4 は、同じく排気系 4 0 の触媒ケーシング 4 2 下流において排気ガスの温度（排気温度）に応じた検出信号を出力する。

## 【 0 0 3 4 】

また、アクセル開度センサ 7 6 はアクセルペダル（図外）に取り付けられ、同ペダルの踏込量に応じてエンジン 1 において要求する仕事量の基となる検出信号を出力する。クランク角センサ 7 7 は、エンジン 1 の出力軸（クランクシャフト）が一定角度回転する毎に検出信号（パルス）を出力する。これら各センサ 7 0 ～ 7 9 は、電子制御装置（E C U）8 0 と電氣的に接続されている。

## 【 0 0 3 5 】

E C U 8 0 は中央演算処理装置（C P U）、読み出し専用メモリ（R O M）、ランダムアクセスメモリ（R A M）及び運転停止後も記憶した情報が消去されないバックアップ R A M、タイマカウンタ等と、A / D 変換器を含む入力ポートと、出力ポートとが、双方向性バスにより接続されて構成される論理演算回路を備える。

## 【 0 0 3 6 】

E C U 8 0 は、前記各種センサの検出信号を入力ポートを介して入力し、これら信号に基づいて E C U 8 0 に有する C P U において、R O M に記憶されているプログラムから、エンジン 1 の燃料噴射等についての基本制御を行う他、エンジン 1 の運転状態に関係する各種制御を行う。

## 【 0 0 3 7 】

図 2 に示すように燃焼室 2 0 は、側壁をシリンダブロック 2 1、上壁をシリンダヘッド 2 2 にて形成され、このシリンダブロック 2 1 内にピストン 2 3 が下方より挿入されて形成される。燃焼室 2 0 の側壁を形成するシリンダブロック 2 1 にはシリンダライナ 2 4 が貫入されて、このシリンダライナ 2 4 の内面が燃焼室 2 0 の内側壁面となると共に、このシリンダライナ 2 4 とシリンダブロック 2 1 とのの接合面には冷却水路 2 5 が各気筒のシリンダライナ 2 4 側面を流通するように設けられている。

## 【 0 0 3 8 】

燃焼室 2 0 の上壁を形成するシリンダヘッド 2 2 には、吸気系 3 0 より連なる吸気ポート 3 3、排気系 4 0 へ連なる排気ポート 3 8 が設けられている。そして吸気バルブ 2 7 a、排気バルブ 2 7 b がそれぞれ吸気ポート 3 3、排気ポート 3 8 の弁となるように取り付けられる。また、シリンダヘッド 2 1 の燃焼室 2 0 中央部には点火装置となる点火プラグ 2 8 が取り付けられる。

## 【 0 0 3 9 】

燃焼室 2 0 の下方に設けられたピストン 2 3 はその下部でコンロッド（図外）の一端に連結され、このコンロッドは他端をクランクシャフト（図外）に連結する。そしてピストンの往復運動をクランクシャフトの回転運動に変更する。

## 【 0 0 4 0 】

前記シリンダヘッド 2 2 とシリンダブロック 2 1 の間にはスペーサ 5 2 が挟持されると共に、燃焼室 2 0 との接続部には噴孔付きリング 5 3 が挟持される。この噴孔付きリング 5 3 には、円形の断面を持つ燃焼室 2 0 の法線に対して斜に穿設されて、燃焼室 2 0 内部に高圧空気を噴射する複数の噴孔 5 4 と、この複数の噴孔 5 4 に環状に連なる環状通路 5 5 とが設けられている。

## 【 0 0 4 1 】

前記スペーサ 5 2 には前記環状通路 5 5 に連なり、シリンダブロック 2 1 側面まで連なる高圧空気通路 5 6 を穿設する。前記高圧空気通路 5 6 の上流には、高圧空気を噴射する際

【 0 0 4 8 】

次に、S 5 0 2 で点火プラグ 2 8 によって点火する直前に高圧空気噴射弁 5 1 を開放し、噴孔 5 4 より高圧空気を発射する。

【 0 0 4 9 】

次に、S 5 0 3 で複数の噴孔 5 4 より噴射された高圧空気は他の噴孔 5 4 より噴射された高圧空気と干渉し、燃焼室内側壁面周辺に乱流を発生して高乱流域を形成する。この高圧空気が高乱流域を形成することにより、燃焼室内側壁面周辺の混合気は停滞することが無くなるため、燃焼室内側壁面周辺の混合気のみが加熱されることが無くなる。

【 0 0 5 0 】

次に、S 5 0 4 で S 5 0 2 の時に点火プラグ 2 8 により点火された火炎の火炎面が高乱流 10 域に到達する。高乱流域では気流の流れが速くなっているため、S 5 0 5 で、この気流の流れによって火炎面の伝播が加速され、燃焼速度の低下を防止する。

【 0 0 5 1 】

そして S 5 0 6 でノッキングの発生を抑制した後に S 5 0 7 へ進み本チャートを終了する。

【 0 0 5 2 】

尚、本実施の形態 1 では、乱流を発生させることによって燃焼速度が増加すると共に、この乱流を発生させることによる混合気の攪拌が進み、より燃焼効率を高めることが可能となる。

< 第 2 の実施の形態 >

次に、本発明に係る実施の形態 2 について、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内直接噴射型内燃機関である、ディーゼルエンジンシステムに適用した実施の形態について説明する 20

【 0 0 5 3 】

図 6 において、エンジン 1 0 1 は、燃料供給系 1 1 0、燃焼室 1 2 0、吸気系 1 3 0 及び排気系 1 4 0 等を主要部として構成される直列 4 気筒のディーゼルエンジンシステムである。以下、本ディーゼルエンジンシステムの構成について説明する。

【 0 0 5 4 】

燃料供給系 1 1 0 は、サプライポンプ 1 1 1、蓄圧室（コモンレール） 1 1 2、燃料噴射弁 1 1 3、機関燃料通路 P 1 等を備えて構成される。 30

【 0 0 5 5 】

サプライポンプ 1 1 1 は燃料タンク（図外）からくみ上げた燃料を高圧にし、機関燃料通路 P 1 を介してコモンレール 1 1 2 に供給する。コモンレール 1 1 2 はサプライポンプ 1 1 1 から供給された高圧燃料を所定の圧力に保持（蓄圧）する機能を有し、この蓄圧した燃料を各燃料噴射弁 1 1 3 に分配する。燃料噴射弁 1 1 3 はその内部に電磁ソレノイド（図外）を備えた電磁弁であり、適宜開弁して燃焼室 1 2 0 内に燃料を供給噴射する。

【 0 0 5 6 】

吸気系 1 3 0 は、各燃焼室 1 2 0 内に供給される吸気空気の通路（吸気通路）を形成する。一方、排気系 1 4 0 は、各燃焼室 1 2 0 から排出される排気ガスの通路（排気通路）を形成する。 40

【 0 0 5 7 】

また、このエンジン 1 0 1 には、周知の過給器（ターボチャージャ） 1 4 5 が備えられている。ターボチャージャ 1 4 5 は、シャフト 1 4 6 を介して連結されたタービンホイール 1 4 7 とコンプレッサ 1 4 8 とを備える。一方のコンプレッサ 1 4 8 は吸気系 1 3 0 内の吸気に晒され、他方のタービンホイール 1 4 7 は排気系 1 4 0 内の排気ガスに晒されている。このような構成を有するターボチャージャ 1 4 5 は、タービンホイール 1 4 7 が受ける排気流（排気圧）を利用してコンプレッサ 1 4 8 を回転させ、吸気圧を高める効果（過給効果）を有する。

【 0 0 5 8 】

吸気系 1 3 0 において、ターボチャージャ 1 4 5 の下流に設けられたインタークーラ 1 3 50

1 は、過給によって昇温した吸入空気を強制冷却する。インタークーラ 1 3 1 よりも更に下流に設けられたスロットル弁 1 3 2 は、その開度を無段階に調節することができる電子制御式の開閉弁であり、所定の条件下において吸気通路の流路面積を絞り、同吸入空気の供給量を調整（低減）する機能を有する。

【 0 0 5 9 】

また、エンジン 1 0 1 には、燃焼室 1 2 0 の上流（吸気系 1 3 0）及び下流（排気系 1 4 0）をバイパスする排気環流通路（EGR 通路）1 6 0 が形成されている。具体的には、EGR 通路 1 6 0 は排気系 1 4 0 におけるターボチャージャ 1 4 5 上流の排気集合管 1 4 0 a と吸気系 1 3 0 におけるスロットル弁 1 3 2 の下流側を連通している。この EGR 通路 1 6 0 は、排気ガスの一部を適宜吸気系 1 3 0 に戻す機能を有する。EGR 通路 1 6 0 には、電子制御によって無段階に開閉され、同通路を流れる排気流量を自在に調節することが可能な EGR 弁 1 6 1 と、EGR 通路 1 6 0 を通過（環流）する排気ガスを冷却するための EGR クーラ 1 6 2 が設けられている。

10

【 0 0 6 0 】

また、排気系 1 4 0 において、燃焼室より接続する排気集合管 1 4 0 a、タービンホイール 1 4 7 が設けられた部位より下流側には、排気ガスの流路に沿って排気通路 1 4 0 b、その下流に触媒ケーシング 1 4 2、更に下流に排気通路 1 4 0 c が順次連結されている。触媒ケーシング 1 4 2 には、排気ガス中に含まれる NO<sub>x</sub> 等の有害成分を浄化する吸蔵還元型 NO<sub>x</sub> 触媒が収容されている。

【 0 0 6 1 】

また、エンジン 1 0 1 の各部位には、各種センサが取り付けられており、当該部位の環境条件やエンジン 1 0 1 の運転状態に関する信号を出力する。

20

【 0 0 6 2 】

すなわち、レール圧センサ 1 7 0 は、コモンレール 1 1 2 内に蓄えられている燃料の圧力に応じた検出信号を出力する。エアフローメータ 1 7 2 は、吸気系 1 3 0 内のスロットル弁 1 3 2 上流において吸入空気の流量（吸気量）に応じた検出信号を出力する。酸素濃度（A/F）センサ 1 7 3 は、排気系 1 4 0 の触媒ケーシング 1 4 2 上流において排気ガス中の酸素濃度に応じて連続的に変化する検出信号を出力する。触媒流出排気温度センサ 1 7 4 は、同じく排気系 1 4 0 の触媒ケーシング 1 4 2 下流において排気ガスの温度（排気温度）に応じた検出信号を出力する。

30

【 0 0 6 3 】

また、アクセル開度センサ 1 7 6 はアクセルペダル（図外）に取り付けられ、同ペダルの踏込量に応じてエンジン 1 0 1 において要求する仕事量の基となる検出信号を出力する。クランク角センサ 1 7 7 は、エンジン 1 0 1 の出力軸（クランクシャフト）が一定角度回転する毎に検出信号（パルス）を出力する。これら各センサ 1 7 0 ~ 1 7 7 は、電子制御装置（ECU）1 8 0 と電氣的に接続されている。

【 0 0 6 4 】

ECU 1 8 0 は中央演算処理装置（CPU）、読み出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）及び運転停止後も記憶した情報が消去されないバックアップ RAM、タイマカウンタ等と、A/D 変換器を含む入力ポートと、出力ポートとが、双方向性バスにより接続されて構成される論理演算回路を備える。

40

【 0 0 6 5 】

ECU 1 8 0 は、前記各種センサの検出信号を入力ポートを介して入力し、これら信号に基づいて ECU 1 8 0 に有する CPU において、ROM に記憶されているプログラムから、エンジン 1 0 1 の燃料噴射等についての基本制御を行う他、エンジン 1 0 1 の運転状態に関係する各種制御を行う。

【 0 0 6 6 】

図 7 に示す燃焼室 1 2 0 は、側壁をシリンダブロック 1 2 1、上壁をシリンダヘッド 1 2 2 にて形成され、このシリンダブロック 1 2 1 内にピストン 1 2 3 が下方より挿入されて形成される。燃焼室 1 2 0 の側壁を形成するシリンダブロック 1 2 1 にはシリンダライナ

50

の弁となる高圧空気噴射弁 51 が設けられている。この高圧空気噴射弁 51 の上流には、空気を加圧して高圧空気噴射弁 51 に送る高圧ポンプ 50 が設けられている。そして高圧ポンプ 50 には前記吸気系 30 よりエアクリーナ 31 にて浄化された空気が流入する。

#### 【0042】

以下、前記噴孔 54 より噴射される高圧空気によるノッキング抑制方法について述べる。通常の燃焼工程では、混合気が吸気ポート 33 より燃焼室 20 内部に流入し、ピストン 23 でこの混合気が圧縮されて点火プラグ 28 により点火されて燃焼、体積膨張し、ピストン 23 を下方に押し戻す。これに対してノッキングはピストン 23 により圧縮された混合気が、この圧縮による自己発熱と、燃焼室温度とにより、点火プラグ 28 で点火された火炎面が燃焼室端部に到達する前に、燃焼室端部より自然発火して急激に延焼する現象である。よってノッキングを抑制するには、燃焼室端部より自然発火する前に火炎面を燃焼室端部まで到達させる方法や、局部的に過熱状態となった混合気を他の非過熱状態の混合気と攪拌し、温度を低下させる方法がある。

10

#### 【0043】

具体的な方法としては、ピストン 23 により混合気が圧縮され、点火プラグ 28 により混合気に点火される。そして点火された火炎の火炎面は燃焼室 20 中央に設けられた点火プラグ 28 位置より燃焼室端部へ広がっていく。この時に高圧空気噴射弁 51 を開放し、シリンダヘッド 22 とシリンダブロック 21 との間に挟持したリング 53 に設けた複数の噴孔 54 より圧縮空気を噴射して燃焼室 20 側壁近傍に乱流を発生させる。

#### 【0044】

前記高圧空気噴射弁 51 は ECU 80 によりその噴射時期を制御される。より具体的には、ECU 80 はクランク角センサ 77 やアクセル開度センサ 76 等より検出する信号に基づいて点火プラグ 28 の点火時期、及び燃焼噴射弁 13 より噴射される燃料噴射量を決定し、この決定された添加時期、燃料噴射量、及びクランク角センサ 77 より求められるピストン位置から高圧空気噴射弁 51 の高圧空気噴射時期を制御する。また、高圧ポンプ 50 はクランクシャフトと連動し、クランクシャフトが回転すると共に噴射する空気を加圧する。

20

#### 【0045】

噴孔 54 は図 3 に示すように、それぞれ法線に対して同一角度で設けられており、また噴孔 54 より噴射される圧縮空気流は、隣接する噴孔 54 より発射される圧縮空気流と干渉し、この干渉により乱流が発生する。乱流が発生することにより、燃焼室内側壁面周辺で停滞していた混合気は攪拌されることになる。よって火炎面が乱流域まで到達した時点で火炎面伝播速度は加速され、ノッキングが開始する前に燃焼室内側壁面まで火炎面を到達させることが可能となる。また、乱流が発生し、混合気が攪拌されることで、燃焼室内側壁面で加熱されている混合気も均一に攪拌されて、部分的温度上昇が緩やかになり、自然発火を起こしにくくなる。

30

#### 【0046】

なお、前記ノッキング抑制方法を行うにあたり、エンジン 1 の稼働状態がノッキングを誘発する状態でないならば、特にこのノッキング抑制方法を行う必要はない。ノッキングは図 4 に示すように高回転であり、かつ高負荷時（高出力時）のみ発生している。よって、予め高圧空気噴射を行わない状況でノッキング発生領域を計測し、この計測結果に基づいて回転数と負荷にてノッキング発生領域をマッピングする。そしてエンジン 1 の稼働状態がこのマッピングの領域内ならば、本実施の形態 1 にある、高圧空気噴射による燃焼補助装置を作動させ、領域外ならばノッキングを抑制する必要はないため、燃料補助装置は作動されない。

40

#### 【0047】

以上ノッキング抑制方法を図 5 のチャートに基づいて説明する。まず、S501 でエンジン 1 の稼働状態がノッキングを誘発する状態であるかどうかを判断する。ここでノッキングが発生する状態であるならば S502 へ進み、ノッキングが発生しない状態であるならば S507 へ進んで本チャートを終了する。

50

1 2 4 が貫入されて、このシリンダライナ 1 2 4 の内面が燃焼室 1 2 0 の内側壁面となると共に、このシリンダライナ 1 2 4 とシリンダブロック 1 2 1 とのの接合面には冷却水路 1 2 5 が各気筒のシリンダライナ 1 2 4 側面を流通するように設けられている。

【 0 0 6 7 】

燃焼室 1 2 0 の上壁を形成するシリンダヘッド 1 2 2 には、吸気系 1 3 0 より連なる吸気ポート 1 3 3、排気系 1 4 0 へ連なる排気ポート 1 3 8 が設けられている。そして吸気バルブ 1 2 7 a、排気バルブ 1 2 7 b がそれぞれ吸気ポート 1 3 3、排気ポート 1 3 8 の弁となるように取り付けられる。また、シリンダヘッド 1 2 2 の燃焼室 1 2 0 中央には燃焼室 1 2 0 内に直接燃料を噴射する燃料噴射装置 1 1 3 が取り付けられる。

【 0 0 6 8 】

前記シリンダヘッド 1 2 2 とシリンダブロック 1 2 1 の間にはスペーサ 1 5 2 が挟持されると共に、燃焼室 1 2 0 との接続部にはリング 1 5 3 が挟持される。このリング 1 5 3 には、断面形状が円形である燃焼室 1 2 0 に向かう法線に対して斜に穿設されて、燃焼室 1 2 0 内部に高圧空気を噴射する複数の噴孔 1 5 4 と、この複数の噴孔 1 5 4 に環状に連なる環状通路 1 5 5 とが設けられている。前記スペーサ 1 5 2 には前記環状通路 1 5 5 に連なり、シリンダブロック 1 2 1 側面まで連なる高圧空気通路 1 5 6 を穿設する。

10

【 0 0 6 9 】

前記高圧空気通路 1 5 6 の上流には、高圧空気を噴射する際の弁となる高圧空気噴射弁 1 5 1 が設けられている。この高圧空気噴射弁 1 5 1 の上流には、空気を加圧して高圧空気噴射弁 1 5 1 に送る高圧ポンプ 1 5 0 が設けられている。そして高圧ポンプ 1 5 0 には前記吸気系 1 3 0 よりエアクリーナにて浄化された空気が流入する。

20

【 0 0 7 0 】

前記ピストン 1 2 3 の頂部には、凹部が設けられている。この凹部は前記燃料噴射装置 1 1 3 の噴出孔に対応して、噴出孔よりの燃料がこの凹部に向けて噴射される。そしてこの凹部に燃料が噴射されることにより、この凹部周辺に噴射された燃料が停滞することになる。

【 0 0 7 1 】

前記のように燃料室 1 2 0 内に噴射された燃料は、ピストン 1 2 3 の凹部に噴射されることにより、ほぼ燃焼室 1 2 0 中心部に留まることとなるが、燃料の一部は、噴射された際に、燃焼室内側壁面であるシリンダライナ 1 2 4 に付着する。このシリンダライナ 1 2 4 は、冷却水で冷却されているため、その表面温度が燃焼室温度に対して低くなるようになっている。よってシリンダライナ 1 2 4 に付着した燃料は、燃焼室内に噴射されて浮遊している燃料に比べて、蒸発しにくい状態にある。そして、この付着して気化しない燃料は、燃焼室内で燃焼が起こる際に、不完全燃焼を起こし、その結果として排気中の H C や煤等を増加させることになる。

30

【 0 0 7 2 】

以下、前記噴孔 1 5 4 より噴射される高圧空気による燃料の燃焼室内側壁面への付着抑制方法について述べる。通常の燃焼工程では、まず最初にピストン 1 2 3 が上昇することにより燃焼室 1 2 0 内に取り込まれた空気を圧縮する。そして圧縮された状態、すなわちピストン 1 2 3 が上方へあがった状態で燃料を噴射する。その後更にピストン 1 2 3 は上昇し、上死点付近で圧縮された空気の自己発熱により燃料に点火し、燃焼が始まる。

40

【 0 0 7 3 】

よって、燃料の燃焼室内側壁面への付着を防止するためには、燃料噴射後、着火し、火炎が広がるまでの間に、噴射された燃料が燃焼室内側壁面に付着しないようにすればよい。このため、図 8 に示すように前記噴孔 1 5 4 より、空気を噴射してエアカーテンを形成し、このエアカーテンにより噴射された燃料が燃焼室内側壁面に付着するのを防止する。

【 0 0 7 4 】

具体的な手順としては、燃焼室 1 2 0 内に燃料が噴射されると同時か、若しくはその直前に高圧空気噴射弁 1 5 1 を開放し、複数設けられた噴孔 1 5 4 より高圧空気を噴射する。この噴孔 1 5 4 は燃焼室内側壁面に沿って空気が噴射できるように設けられている。各噴

50

孔 154 より燃焼室内側壁面に沿って空気を噴出することにより、燃焼室内側面に沿って環状の気流が発生する。この発生した環状の気流をエアカーテンとして、噴射された燃料が燃焼室内側壁面に付着することを防止する。

【 0075 】

本実施の形態 2 では、燃焼室内に噴射された燃料が燃焼室内側壁面に付着しないようにすることを目的としている。よって噴射された燃料が燃焼室内側壁面に付着しない条件、例えばエンジン 101 が高温の状態、噴射される燃料が少量である等の条件では本実施の形態 2 を行わなくても燃料が燃焼室内側壁面に付着することは無い。よって各条件によって本実施の形態 2 を行うかどうかを定めることにより、空気を高圧にする際のエンジン 1 の動力損失を減少することが可能となる。

10

【 0076 】

また、本実施の形態 2 では筒内直接噴射型内燃機関としてディーゼルエンジンシステムを用いたが、燃焼室内に直接燃料を噴射する形態の内燃機関であるならば、ガソリンエンジン等の火花点火式内燃機関にも本実施の形態 2 を適応することが可能である。

【 0077 】

また、本実施の形態 2 では気体の流れによる壁流を形成して、燃焼室内側壁面に付着に付着する燃料を減少させることにより、燃焼室内に噴射された燃料の完全燃焼する割合を高めることができる。つまりは燃焼室内に噴射された燃料の燃焼効率が高まることになる。

【 0078 】

本実施の形態 1 及び本実施の形態 2 では、燃焼室内に高圧空気を噴射することにより、吸気ポートから取り入れる空気とは別に燃焼室内に空気を取り込む結果となっている。しかし、本実施の形態で、噴射される高圧空気として取り込まれる空気の量は、例えば、噴孔面積約  $0.1 \text{ mm}^2$ 、噴射時間約 0.5 ミリ秒、噴射圧力 10 MPa で行っており、これによる空燃比 (A/F) の変化は約 0.2 ~ 0.1 程度となる。この値は、本実施の形態では特に問題となるような値でない。よって特に空燃比の再設定は行われていないが、他の形態においては空燃比も考慮して本実施の形態と同様に高圧空気を噴射する方法も想定される。

20

【 0079 】

また、本実施の形態 1 及び本実施の形態 2 では、高圧空気を作成するのに高圧ポンプを用いて、この高圧ポンプより直接高圧空気を高圧空気噴射弁より噴射した。この他にも、予め蓄圧室を設けて高圧空気を溜め、この蓄圧室より高圧空気噴射弁に高圧空気を送り噴射しても良い。この蓄圧室を設けることにより、エンジンが低負荷時に予め高圧ポンプで高圧空気を貯留しておき、高負荷時に高圧ポンプを停止することが可能となる。これにより動力を最も必要とする高負荷時に、高圧ポンプを稼働することによる動力損失を起こすことなく本実施の形態を行うことが可能となる。

30

< 第 3 の実施の形態 >

本実施の形態では、燃焼室内で混合気が燃焼したときの火炎が噴射された高圧空気に到達する前に高圧空気の噴射を停止させる。これを実現させるために、本実施の形態では、混合気の点火時期に連動して高圧空気の噴射時期を変化させる。

【 0080 】

尚、本実施の形態では、火花点火式内燃機関であるガソリンエンジンシステムに適用した実施の形態について説明するが、ディーゼルエンジンシステムにおいても、点火プラグによる点火時期を燃料噴射弁による燃料噴射時期に置き換えることにより適用可能となる。

40

【 0081 】

本実施の形態においては、高圧空気の噴射制御が異なるものの、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成は第 1 の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

【 0082 】

ここで、燃焼室 20 内に噴射される高圧空気は、燃焼室 20 内の火炎よりも温度が低いいため、噴射直後の高圧空気に火炎が接触すると、該火炎の温度が低下する。これにより、火炎伝播速度が遅くなると、火炎面が燃焼室端部に到達する前に混合気が自然着火してノッ

50



キングが発生してしまう。よって、ノッキングの発生を抑制するには、火炎面が高圧空気に到達する前に高圧空気の噴射を停止させ、燃焼後期の燃焼速度の低下を抑制し、燃焼室端部より自然発火する前に火炎面を燃焼室端部まで到達させることが有効である。

【 0 0 8 3 】

本実施の形態では、点火プラグ 2 8 の点火時期と連動して高圧空気の噴射開始時期及び噴射停止時期を変化させる。尚、本実施の形態では、高圧空気を噴射している期間を一定とするため、噴射開始時期及び噴射停止時期の変更量は等しくなる。

【 0 0 8 4 】

図 9 は、点火プラグ 2 8 の点火時期と高圧空気噴射期間との関係を示したタイムチャート図である。図 9 ( A ) は進角前、図 9 ( B ) は進角後の状態を示している。点火時期は、エンジン 1 が高回転になると進角される。これにより、高圧空気噴射開始時期も同角度進角させる。これにより、高圧噴射停止時期も同角度進角され、点火時期と一定の間隔を保つことができる。この一定の間隔は、ノッキングが発生する虞のない間隔を予め実験等により求めておく。

【 0 0 8 5 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、高圧空気の噴射時期を混合気の点火時期と連動させることにより、高圧空気による火炎温度の低下及び火炎伝播速度の低下を抑制することが可能となり、ノッキングを抑制することができる。

【 0 0 8 6 】

【 発明の効果 】

本発明に係る内燃機関の燃焼補助装置を用いることにより、燃焼過程後期の燃焼速度を増加させることによるノッキングの抑制、および燃焼室内側壁面への燃料付着を防止することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本実施の形態 1 に係る火花点火式内燃機関を示す概略構成図。

【 図 2 】 本実施の形態 1 に係る燃焼室周辺の概略断面図。

【 図 3 】 本実施の形態 1 に係る噴孔周辺の概略図。

【 図 4 】 本実施の形態 1 に係る内燃機関の稼働状態と高圧空気噴射との関係を示すグラフ。

【 図 5 】 本実施の形態 1 に係る高圧空気噴射を行う際のフローチャート。

【 図 6 】 本実施の形態 2 に係る筒内直接噴射型内燃機関を示す概略構成図。

【 図 7 】 本実施の形態 2 に係る燃焼室周辺の概略断面図。

【 図 8 】 本実施の形態 2 に係る噴孔周辺の概略図。

【 図 9 】 本実施の形態 3 に係る点火プラグの点火時期と高圧空気噴射期間との関係を示したタイムチャート図。図 9 ( A ) は進角前、図 9 ( B ) は進角後の状態を示している。

【 符号の説明 】

1 エンジン

1 0 燃料供給系

1 1 サプライポンプ

1 2 コモンレール

1 3 燃料噴射弁

2 0 燃焼室

2 1 シリンダブロック

2 2 シリンダヘッド

2 3 ピストン

2 4 シリンダライナ

2 5 冷却水路

2 7 a 吸気バルブ

2 7 b 排気バルブ

2 8 点火プラグ

10

20

30

40

50

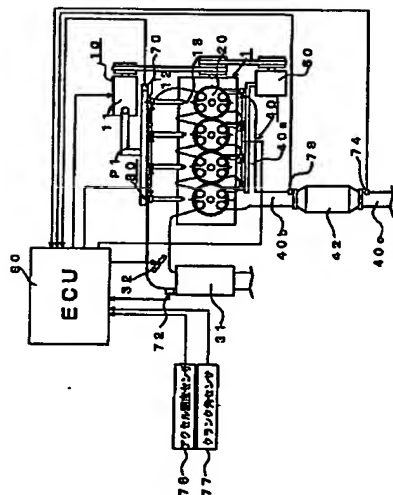


|         |             |    |
|---------|-------------|----|
| 3 0     | 吸気系         |    |
| 3 1     | エアクリーナ      |    |
| 3 2     | スロットル弁      |    |
| 3 3     | 吸気ポート       |    |
| 3 8     | 排気ポート       |    |
| 4 0     | 排気系         |    |
| 4 0 a   | 排気集合管       |    |
| 4 0 b   | 排気通路        |    |
| 4 0 c   | 排気通路        |    |
| 4 2     | 触媒ケーシング     | 10 |
| 5 0     | 高圧ポンプ       |    |
| 5 1     | 高圧空気噴射弁     |    |
| 5 2     | スプレーサ       |    |
| 5 3     | リング         |    |
| 5 4     | 噴孔          |    |
| 5 5     | 環状通路        |    |
| 5 6     | 高圧空気通路      |    |
| 7 0     | レール圧センサ     |    |
| 7 2     | エアフローメータ    |    |
| 7 3     | 酸素濃度センサ     | 20 |
| 7 4     | 触媒流出排気温度センサ |    |
| 7 6     | アクセル開度センサ   |    |
| 7 7     | クランク角センサ    |    |
| 1 0 1   | エンジン        |    |
| 1 1 0   | 燃料供給系       |    |
| 1 1 1   | サプライポンプ     |    |
| 1 1 2   | コモンレール      |    |
| 1 1 3   | 燃料噴射弁       |    |
| 1 2 0   | 燃焼室         |    |
| 1 2 1   | シリンダブロック    | 30 |
| 1 2 2   | シリンダヘッド     |    |
| 1 2 3   | ピストン        |    |
| 1 2 4   | シリンダライナ     |    |
| 1 2 5   | 冷却水路        |    |
| 1 2 7 a | 吸気バルブ       |    |
| 1 2 7 b | 排気バルブ       |    |
| 1 3 0   | 吸気系         |    |
| 1 3 1   | インタークーラ     |    |
| 1 3 2   | スロットル弁      |    |
| 1 3 3   | 吸気ポート       | 40 |
| 1 3 8   | 排気ポート       |    |
| 1 4 0   | 排気系         |    |
| 1 4 0 a | 排気集合管       |    |
| 1 4 0 b | 排気通路        |    |
| 1 4 0 c | 排気通路        |    |
| 1 4 2   | 触媒ケーシング     |    |
| 1 4 5   | ターボチャージャ    |    |
| 1 4 6   | シャフト        |    |
| 1 4 7   | タービンホイール    |    |
| 1 4 8   | コンプレッサ      | 50 |

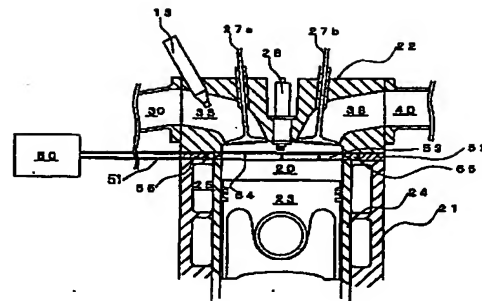
- 150 高圧ポンプ
- 151 高圧空気噴射弁
- 152 スペーサ
- 153 リング
- 154 噴孔
- 155 環状通路
- 156 高圧空気通路
- 160 EGR通路
- 161 EGR弁
- 162 EGRクーラ
- 170 レール圧センサ
- 172 エアフローメータ
- 173 酸素濃度センサ
- 174 触媒流出排気温度センサ
- 176 アクセル開度センサ
- 177 クランク角センサ
- P1 機関燃料通路

10

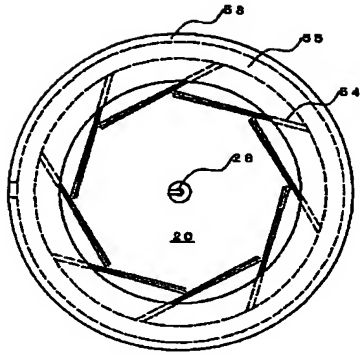
【図1】



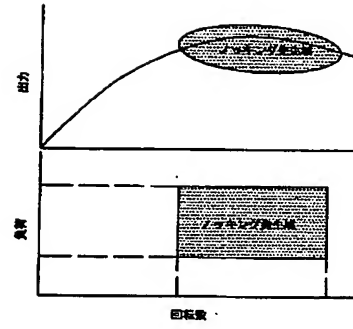
【図2】



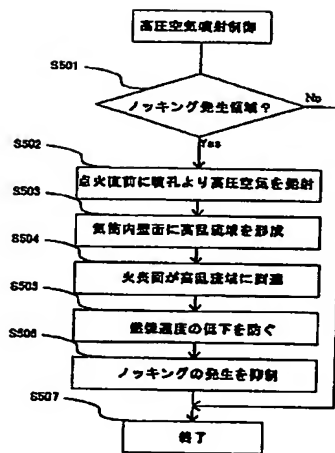
【 図 3 】



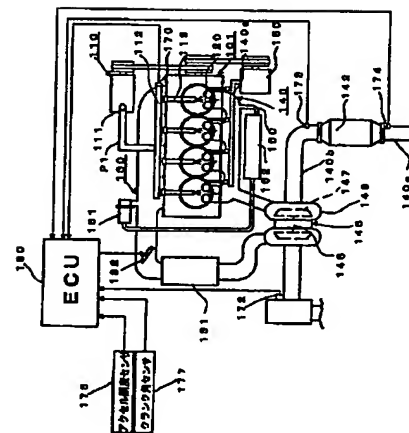
【 図 4 】



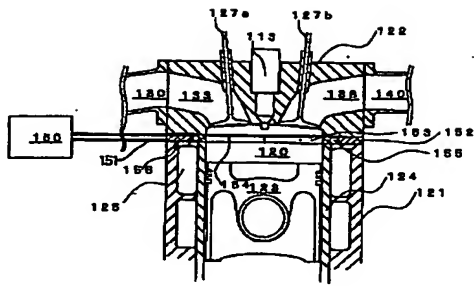
【 図 5 】



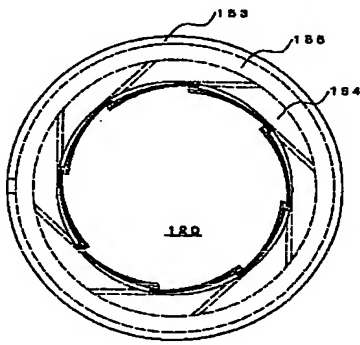
【 図 6 】



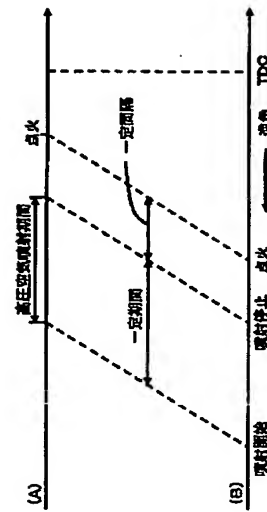
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 奥村 猛

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G023 AA04 AB01 AC01 AC04 AG01